



Docket No. A91921

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

DHL EXPRESS 552 6567 583

In the application of: Ulrich Klink et al.
Serial Number: 10/708,231
Filing Date: 2/18/2004
Title: Method of Honing Bores

**Commissioner for Patents
Alexandria, VA 22313-1450**

REQUEST TO GRANT PRIORITY DATE

Pursuant to 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, applicant herewith claims priority of the following **German** patent application(s):

103 58 150.2 filed 12/10/2003.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted September 10, 2004,



Ms. Gudrun E. Huetter, Ph.D.
Patent Agent, Reg. No. 35,747
Lönsstr. 53
42289 Wuppertal
GERMANY
Telephone: +49-202-257-0371
Telefax: +49-202-257-0372
gudrun.draudt@t-online.de

GEH/Enclosure: German priority document(s) DE10358150.2



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

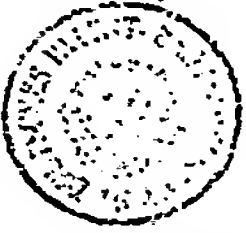
Aktenzeichen: 103 58 150.2
Anmeldetag: 10. Dezember 2003
Anmelder/Inhaber: Gehring GmbH & Co KG,
73760 Ostfildern/DE
Bezeichnung: Verfahren zum Honen von Bohrungen
IPC: B 24 B 3/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hintermeier'.

Hintermeier



Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Gehring GmbH & Co. KG
Gehringstr. 28
73760 Ostfildern

A 42 387/keie

10. Dez. 2003

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Honen von Bohrungen (3) beschrieben, wobei die Bohrungen zwei in axialer Richtung der Bohrung (3) aufeinander folgende Abschnitte (4, 5) unterschiedlicher Härten der zu bearbeitenden Flächen aufweisen. In dem ungehärteten Abschnitt (4) wird das Honwerkzeug (1) radial abgestützt, während unter Einsatz von an dem Honwerkzeug (1) angeordneten Honleisten (10) der gehärtete Abschnitt (5) bearbeitet und dadurch Material abgetragen wird. Die Zustellstellung der Honleisten (10) erfolgt als kraftgeführte elektro-mechanische Zustellung und der Arbeitshub des Honwerkzeugs (1) wird zumindest gegen Ende der Honbearbeitung kontinuierlich verändert.

(Fig. 1)

4

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Gehring GmbH & Co. KG
Gehringstr. 28
73760 Ostfildern

A 42 387/keie

10. Dez. 2003

Verfahren zum Honen von Bohrungen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Honen von Bohrungen, insbesondere Zylinderbohrungen in Kurbelgehäusen für Verbrennungsmotoren.

In LKW-Motoren werden häufig als Kolbenlaufbahnen Zylinderlaufbuchsen aus Schleuderguß eingesetzt, da dieses Material verschleißfester ist als das Material des Motorblocks. Derartige Zylinderlaufbuchsen führen aber zu relativ hohen Kosten, sowohl hinsichtlich deren Herstellung als auch der Montage im Motorblock. Es wurde daher bereits vorgeschlagen, die Kolbenlaufbahn im Motorblock im oberen Umschaltbereich der Kolbenbewegung partiell zu härten, um auf diese Weise eine höhere Verschleißfestigkeit zu erreichen. Damit kann auf die separaten Zylinderlaufbuchsen verzichtet werden. Für die Härtung kann beispielsweise ein Verfahren mittels Laser in Betracht gezogen werden, eine wirtschaftlichere bzw. kostengünstigere Alternative besteht im Induktionshärten. Beim Induktionshärten entstehen nicht konzentrische Bohrungsverengungen, die eine übliche Honbearbeitung ausschließen.

Zur Bearbeitung partiell gehärteter Zylinderbohrungen in Kurbelgehäusen wurde das Koaxialhonen entwickelt, wie es beispielsweise in der EP 0 535 201 B1 oder in VDI-Z, Heft 6

(2001), Seiten 49 ff. in dem Artikel "Honen - Fortschritte durch optimierte Werkzeuge und Prozesse" von U. Klink und G. Flores beschrieben ist. Das in dem genannten Artikel beschriebene Werkzeug enthält zwei Leistensätze, welche unabhängig voneinander radial zustellbar sind. Der untere Leistensatz ist mit Hartmetall-Führungsleisten bestückt, welche sich an die vorbearbeitete Bohrungswandung anlegen. Damit wird das Werkzeug in Richtung und zentrischer Lage zur Bohrungsachse orientiert. Die Diamanthonleisten des oberen Leistensatzes werden nachfolgend expandiert und bearbeiten den gehärteten Bohrungsabschnitt mit den Einschnürungen. Die Zustellung beider Leistensätze und somit deren Aufweitung erfolgt separat. Dabei kann beispielsweise die Zustellung der Führungsleisten hydraulisch erfolgen, wohingegen die Diamanthonleisten elektromechanisch zugestellt werden.

Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Honbearbeitung von Bohrungen, die einen gehärteten Abschnitt aufweisen, zu optimieren. Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Honen von Bohrungen, insbesondere Zylinderbohrungen in Kurbelgehäusen für Verbrennungsmotoren, dahingehend weiterzuentwickeln, daß die Honbearbeitung effizienter und mit größerer Maßgenauigkeit erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Honen von Bohrungen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

42357b.doc

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens kann die Änderung des Arbeitshubs des Honwerkzeugs zum angrenzenden Abschnitt geringerer Härte der Bohrung erfolgen. Durch diese Maßnahme wird ein allmählicher Übergang zwischen dem gehonten und ungehonten Abschnitt, das heißt zwischen dem weichen Abschnitt und dem gehärteten Abschnitt der Bohrung erreicht. Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Veränderung des Arbeitshubs des Honwerkzeugs in Richtung auf ein offenes Ende des gehärteten Abschnitts erfolgt. Durch diese Maßnahme kann sich eine leichte Veränderung der Bohrungsöffnung ergeben bzw. ein vorhandener Grat beseitigt werden.

Sofern ein besonders guter Übergang vom gehärteten Abschnitt zum weicheren Abschnitt und zusätzlich die Bohrungsöffnung bearbeitet werden sollen, ist es von Vorteil, daß die Veränderung des Arbeitshubs des Honwerkzeugs sowohl in Richtung des angrenzenden Abschnitts der Bohrung als auch in Richtung auf das offene Ende des gehärteten Abschnitts erfolgt.

Bei bestimmten Bohrungen kann es vorteilhaft sein, daß das Ende der Bohrung eine Vorweite aufweist, so daß die Honbearbeitung in diesem Bereich entsprechend ausgestaltet ist. Mit Vorweite bezeichnet man bei der Feinbearbeitung eine sich nach außen erweiternde Kontur nahe dem Ende einer Bohrung. Dabei weicht die Form der Bohrung von der Idealform eines Zylinders ab. Dies bedeutet eine Zunahme des Bohrungsdurchmessers an dem jeweiligen Ende der Bohrung. Die so geschaffene Vorweite entlastet die nachfolgende

42387b.doc

Honoperation, indem am oberen Ende der Bohrung weniger Werkstoff abzutragen ist.

Beim induktiven Härten im Zwickelbereich, das heißt am oberen Abschnitt der Bohrung, erfolgt keine homogene Härtung, sondern entsprechend dem Härtewerkzeug eine Ausbildung von gehärteten Längsstreifen mit weichen Zwischenräumen. Durch diese unterschiedlichen Härtebereiche im gehärteten Abschnitt der Bohrung sind unterschiedliche Abtragsraten beim Honen zu erwarten. Um einen konstanten Kornüberstand gegenüber der Bindung der Honleisten aufrecht zu erhalten, kann die alternierend wechselnde Drehrichtung auf unterschiedliche Weise erfolgen. Dabei besteht eine Möglichkeit darin, daß der Drehrichtungswechsel des Honwerkzeugs jeweils nach einem Bearbeitungszyklus erfolgt. Es kann jedoch auch zweckmäßig sein, daß der Drehrichtungswechsel des Honwerkzeugs während eines Bearbeitungszyklus einmal erfolgt, z.B. bei Erreichen der Hälfte der abzutragenden Materialschicht. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß der Drehrichtungswechsel mindestens zweimal während eines Bearbeitungszyklus erfolgt.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, daß die Zustellkraft der Honleisten ständig gemessen und in einer vorgegebenen Bandbreite eines oberen und unteren Grenzwertes gehalten wird und die Aufweitung der Honleisten jeweils in Schritten bei Erreichen des unteren Grenzwertes der Zustellkraft erfolgt. Damit wird die Zustellkraft während der gesamten Honoperation innerhalb enger Grenzen konstant gehalten, so daß un-

42387b...doc

erwünscht, hohe Anpressdrücke der Honleisten an der Bohrungswandung vermieden werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Honwerkzeug zum Koaxialhonen in einer Bohrung mit einem gehärteten Abschnitt,

Fig. 2 einen Schnitt gemäß Fig. 1 in einer um einen Winkel um die Längsachse des Honwerkzeugs versetzten Ebene,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Zustelleinrichtung für die Honleisten,

Fig. 4 ein Diagramm des Verlaufs der Zustellung der Honleisten,

Fig. 5 eine schematische Darstellung bezüglich der Hubveränderung,

Fig. 6 eine alternative Ausführung zu Fig. 5.

In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch ein Honwerkzeug 1 gezeigt, das zum Koaxialhonen geeignet ist. Das Honwerkzeug 1 befindet sich dabei in einer Bohrung 3 eines Werkstücks 2, wobei das Werkstück 2 beispielsweise das Kurbelgehäuse für einen Verbrennungsmotor ist. Die Bohrung 3 umfaßt einen un-

423875...doc

gehärteten Abschnitt 4 und einen gehärteten Abschnitt 5, wobei der gehärtete Abschnitt 5 am in Fig. 1 oberen Ende der Bohrung 3 ausgebildet ist. Der gehärtete Abschnitt 5 kann beispielsweise durch Induktionshärten erzeugt werden. Das Honwerkzeug 1 umfaßt einen Werkzeugkopf 6 mit radial aufweitbaren Honleisten 10 und radial aufweitbaren Führungsleisten 9. Die Führungsleisten 9 stützen sich an der Bohrungswandung im ungehärteten Abschnitt 4 ab, während die Honleisten 10 mit einer vorgegebenen Kraft gegen die Wandung im gehärteten Abschnitt beaufschlagt sind. Es ist eine erste Zustelleinrichtung 7 für die Führungsleisten 9 und eine zweite Zustelleinrichtung 8 für die Honleisten 10 vorgesehen. Bei der zweiten Zustelleinrichtung 8 handelt es sich um eine kraftgeführte elektromechanische Schrittzustellung. Das Honwerkzeug 1 ist um seine Längsachse L in einer ersten Drehrichtung 24 und in einer zweiten Drehrichtung 25 antreibbar.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt gemäß Fig. 1 in einer um einen Winkel um die Längsachse L des Honwerkzeugs 1 versehenen Ebene. In dieser Ebene befinden sich in dem Werkzeugkopf 6 untere Luftmessdüsen 11 für eine Referenzmessung und obere Luftmessdüsen 12 für die Prozessmessung während der Honbearbeitung im gehärteten Abschnitt 5.

Die Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der Zustelleinrichtung für die Honleisten 10. Zur Regelung der Zustellung ist an einer Spindel 17 eine Kraftmesseinrichtung 13 vorgesehen, die die Kraft, mit der die Honleisten 10 gegen die zu bearbeitende Fläche gedrückt werden, erfaßt, wobei

42387b...doc

10

zwischen den Honleisten 10 und der Kraftmesseinrichtung 13 lediglich die zweite Zustelleinrichtung 8 vorhanden ist. Insofern entspricht das von der Kraftmesseinrichtung 13 erfaßte Signal dem tatsächlichen Wert an den Honleisten 10. Die Zustelleinrichtung umfaßt außerdem einen Schrittmotor 14, dessen Ausgangswelle auf ein Zahnrad 15 wirkt, das mit einem weiteren Zahnrad 16 kämmend in Eingriff steht, wobei dieses Zahnrad 16 auf der Spindel 17 gelagert ist. Sobald der Bedarf einer weiteren Zustellung besteht und ein entsprechendes Signal an den Schrittmotor 14 gegeben wird, treibt der Schrittmotor 14 das Zahnrad 15 um einen bestimmten Drehwinkel an, wobei auch das andere Zahnrad 16 in Drehung versetzt wird und damit die Spindel 17 - in Fig. 3 gesehen - nach unten bewegt wird. Damit werden die Honleisten 10 in vorgegebenem Maße radial gespreizt.

Die Fig. 4 zeigt ein Diagramm des Verlaufs der Zustellung der Honleisten, und zwar in Abhängigkeit von der Zustellkraft über die Zeit der Honbearbeitung. In dem Diagramm ist mit F der Verlauf der Zustellkraft bezeichnet, der über der Zeitachse t aufgetragen ist. Mit dem Bezugszeichen s ist der Zustellweg angegeben, im gleichen zeitlichen Verlauf t. Für die Zustellkraft ist ein Sollwertbereich 20 angegeben, der durch einen oberen Grenzwert 18 und einen unteren Grenzwert 19 definiert ist. Es ist ersichtlich, daß der Sollwertbereich 20 in relativ engen Grenzen gehalten ist. Die kraftgesteuerte elektro-mechanische Honleisten-Zustellung ist eine besonders geeignete verfahrensmäßige Ausgestaltung einer Werkzeugzustellung. Sie kombiniert in sinnvoller Weise die Merkmale der formschlüssigen, schrittför-

42387b...doc

11

migen Werkzeugaufweitung mit den Funktionen einer kraftschlüssigen, permanent wirkenden Zustelleinrichtung.

Der konstruktive Aufbau des Zustellstranges, wie er in Fig. 3 gezeigt ist, besteht aus dem Schrittmotor 14, einem Getriebe mit den Zahnrädern 15, 16 zur Umlenkung der Drehbewegung in eine Axialbewegung, eine Kraftmesseinrichtung 13 zwischen Gewindestange bzw. Spindel 17 und der Zustelleinrichtung 8 des Honwerkzeugs 1. Die kraftgesteuerte elektromechanische Zustellung gemäß Fig. 4 hält die Zustellkraft während der gesamten Honoperation innerhalb enger Grenzen, nämlich dem oberen Grenzwert 18 und dem unteren Grenzwert 19, konstant. Damit wirken auf die Bohrungswand und auf die Arbeitsfläche der Honleiste annähernd konstante Zustellkräfte F . Solange die Zustellkraft F im festgelegten Sollwertbereich liegt, erfolgt keine weitere Aufweitung. Erst wenn sich die Zustellkraft F durch fortgeschrittene Zerspaltung abgebaut hat und damit der untere Grenzwert 19 erreicht ist, erfolgt eine weitere Aufweitung - gegebenenfalls in mehreren Schritten, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist - bis zum Erreichen des oberen Grenzwertes für die Zustellkraft F . Damit wird ein stetiges Ansteigen des Zustelldruckes vermieden und eine hohe Maß- und Formhaltigkeit erreicht, weil der Zustellweg s und der Abtrag weitgehend identisch sind.

Das Abschalten der Honoperation erfolgt, wenn der im Honprogramm vorgegebene oder errechnete Aufweitweg s mit der vorgegebenen Zustellkraft F erreicht ist. Es ist somit nicht nur der Aufweitweg für das Abschaltmaß entscheidend,

42387b.doc

sondern auch die anliegende Kraft, welche zum Zeitpunkt des Abschaltens auf die Arbeitsfläche des Honsteins wirkt. Dadurch ist eine hohe Maßhaltigkeit im Einzelfall von bis zu $\pm 0,2 \mu\text{m}$ möglich. Damit lassen sich unter bestimmten Bedingungen Zahnräder, Pleuelaugen oder Zylinderbohrungen in der ersten Honoperation ohne zusätzliche In- oder Nachprozessmesseinrichtung zuverlässig innerhalb weniger Mikrometer bearbeiten.

Die Bearbeitungsoperation des Koaxialhonens erfolgt im Bereich der Formabweichungen der Bohrungen, die im vorliegenden Beispiel durch Härteverzüge zustande gekommen sind. Diese stellen sich als exzentrische Einschnürungen der Bohrungen dar, wie dies bereits aus Fig. 1 ersichtlich ist. Um einen allmählichen Übergang vom ungehärteten zum gehärteten Bereich zu erreichen, ist beispielsweise ein Modus anwendbar, der in Fig. 5 dargestellt ist.

Fig. 5 zeigt die Bohrung 3 in dem Werkstück 2 im Schnitt mit den Abschnitten 4 und 5. Der wesentliche Abtrag wird zunächst mit der Ausgangshublage erreicht. Dabei begrenzt sich der Bearbeitungsbereich oben durch die Bohrungskante, wie dies durch die obere Hublage 10.1 bezeichnet ist. Ferner wird der Bearbeitungsbereich unten durch die Unterkante der Honleisten 10 im unteren Hubumkehrpunkt begrenzt, der im Übergang von dem gehärteten Abschnitt 5 zum ungehärteten Abschnitt 4 liegt und als untere Hublage mit 10.2 bezeichnet ist. Um einen allmählichen Übergang zwischen gehontem und ungehontem Bereich, das heißt zwischen relativ weichem Abschnitt 4 und gehärtetem Abschnitt 5 der Bohrung 3 zu er-

4237b...doc

13

reichen, werden die letzten Bearbeitungshübe jeweils unten um einige Millimeter vergrößert. Diese Verlagerung der Hublage nach unten ist in Fig. 5 durch die geänderte Lage der Honleisten 10 im Umkehrpunkt gemäß 10.2 gezeigt. Damit erstreckt sich der Wirkungsbereich der Honleisten 10 aus dem bisher bearbeiteten Bereich heraus und geht über in den bisher unbearbeiteten Abschnitt 4 der Bohrung 3. Dadurch lassen sich stufenlose Übergänge erreichen.

Die Fig. 6 zeigt eine Ausführungsvariante zu Fig. 5, wobei in Fig. 6 die Bearbeitung des gehärteten Abschnitts 5 der Bohrung 3 derart erfolgt, daß gegen Ende der Honoperation eine kontinuierliche Veränderung der oberen Hublage 10.1 durch Verlagerung des Umkehrpunktes weiter aus dem gehärteten Abschnitt 5 heraus erfolgt. Selbstverständlich kann diese Hubverlagerung in Richtung des offenen Endes 23 der Bohrung 3 auch kombiniert werden mit der bereits zu Fig. 5 beschriebenen Verlagerung der unteren Hublage 10.2. In Abhängigkeit des Zeitpunktes während des Bearbeitungszyklus, zu dem die Veränderung erfolgt, also auch bereits deutlich vor dem Ende der Honbearbeitung, und in Abhängigkeit des Absolutwertes der Verlagerung und/oder des Anpressdruckes kann die Bohrung 3 am offenen Ende 23 als eine gerundete Kontur 22 gestaltet sein, die in Fig. 6 gestrichelt dargestellt ist, so daß sich eine Vorweite 21 der Bohrung 3 ergibt.

Wie bereits erwähnt, wird das in Fig. 1 dargestellte Honwerkzeug alternierend in beiden Drehrichtungen angetrieben. Der Zeitpunkt der Drehrichtungsumkehr kann nach der Dauer

42387b...doc

14

der zu erwartenden Honbearbeitung bestimmt werden, so daß es bei kurzen Bearbeitungszyklen ausreichend sein kann, jeweils nach Beendigung eines Zyklus die Drehrichtung zu ändern. Bei längeren Bearbeitungszyklen sollte die Drehrichtungsänderung während des Zyklus erfolgen, wobei dies je nach Bedarf einmal oder auch mehrmals erfolgen kann.

42387b...doc

15

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Gehring GmbH & Co. KG
Gehringstr. 28
73760 Ostfildern

A 42 387/keie
10. Dez. 2003

Ansprüche

1. Verfahren zum Honen von Bohrungen (3), insbesondere Zylinderbohrungen in Kurbelgehäusen für Verbrennungsmotoren, mit zwei in axialer Richtung der Bohrung (3) aufeinander folgenden und möglicherweise nicht konzentrischen Abschnitten (4, 5) unterschiedlicher Härten der zu bearbeitenden Flächen in den Bohrungen, welche zunächst einer Vorbearbeitung unterzogen und anschließend partiell gehärtet werden, wobei in einem der Abschnitte (4) mittels Führungsleisten (9) die in einem Honwerkzeug (1) angeordnet sind, das Honwerkzeug (1) radial abgestützt wird, während unter Einsatz von an dem Honwerkzeug (1) angeordneten Honleisten (10) der gehärtete Abschnitt (5) bearbeitet und dadurch Material abgetragen wird, wobei die Zustellung der Führungsleisten (9) unabhängig von der Zustellung der Honleisten (10) erfolgt, und wobei die Zustellstellung der Honleisten (10) als kraftgeführte elektro-mechanische Zustellung erfolgt und der Arbeitshub des Honwerkzeugs (1) zumindest gegen Ende der Honbearbeitung kontinuierlich verändert wird und das Honwerkzeug (1) nach einem definierten Zustellmodus aufgeweitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Honwerkzeug (1) alternierend mit wechselnder Drehrichtung angetrieben wird.

16

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung des Arbeitshubs des Honwerkzeugs (1) zum angrenzenden Abschnitt (4) geringerer Härte der Bohrung (3) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung des Arbeitshubs des Honwerkzeugs (1) in Richtung auf ein offenes Ende (23) des gehärteten Abschnitts (5) erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung des Arbeitshubes des Honwerkzeugs (1) sowohl in Richtung des angrenzenden Abschnitts (4) der Bohrung (3) als auch in Richtung auf das offene Ende (23) des gehärteten Abschnitts (5) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß an dem offenen Ende (23) des gehärteten Bereichs die Bohrung (3) mit einer Vorweite (21) gefertigt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß der Drehrichtungswechsel des Honwerkzeugs jeweils nach einem Bearbeitungszyklus erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß der Drehrichtungswechsel

42387a.doc

des Honwerkzeugs (1) während eines Bearbeitungszyklus einmal erfolgt, z.B. bei Erreichen der Hälfte der abzutragenden Materialschicht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehrichtungswechsel mindestens zweimal während eines Bearbeitungszyklus erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustellkraft der Honleisten ständig gemessen und in einer vorgegebenen Bandbreite eines oberen und unteren Grenzwertes (18, 19) gehalten wird, und die Aufweitung der Honleisten (10) jeweils in Schritten bei Erreichen des unteren Grenzwertes (19) der Zustellkraft (F) erfolgt.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

1/4

A 42 387/keie

10. Dez. 2003

18

Fig. 1

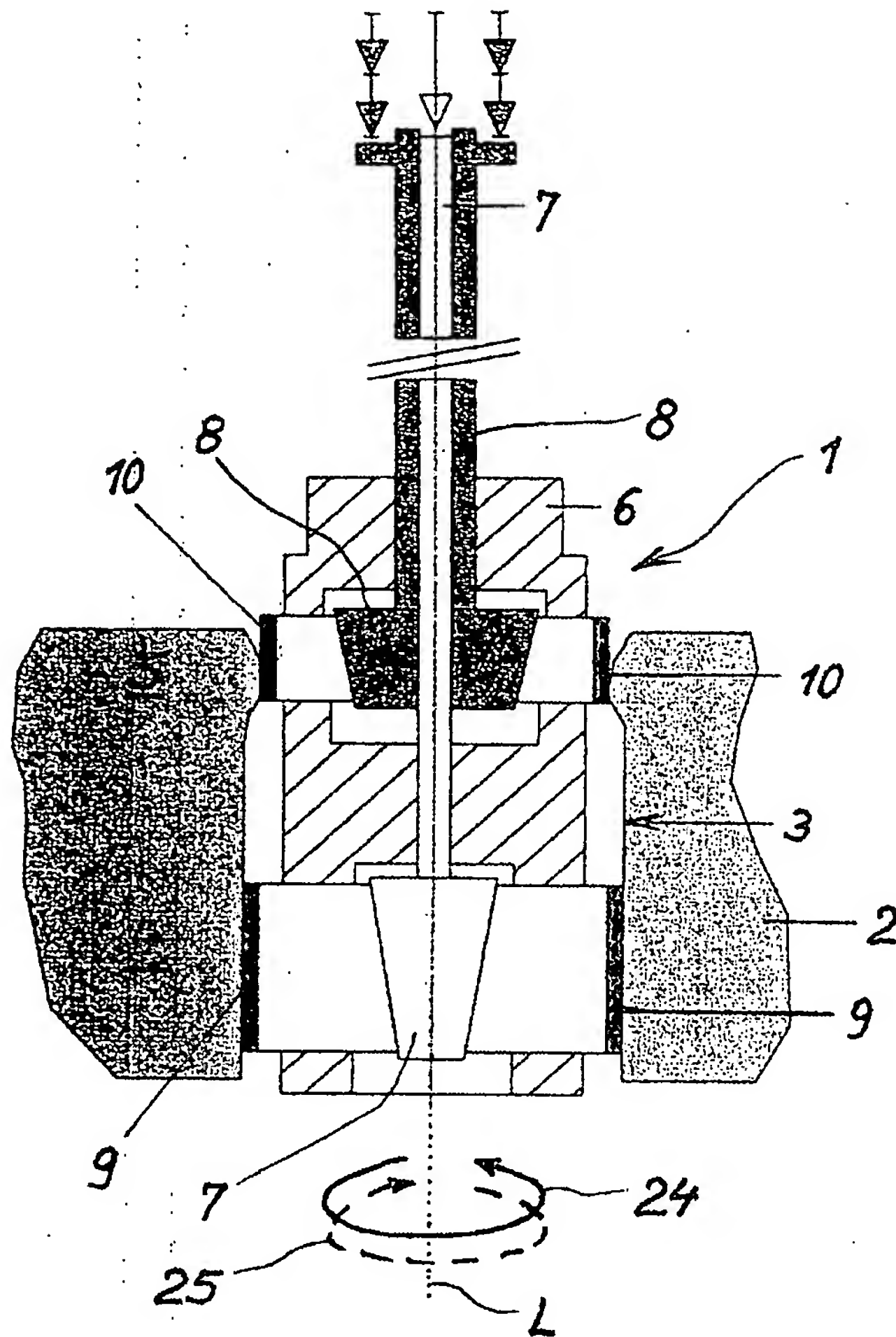
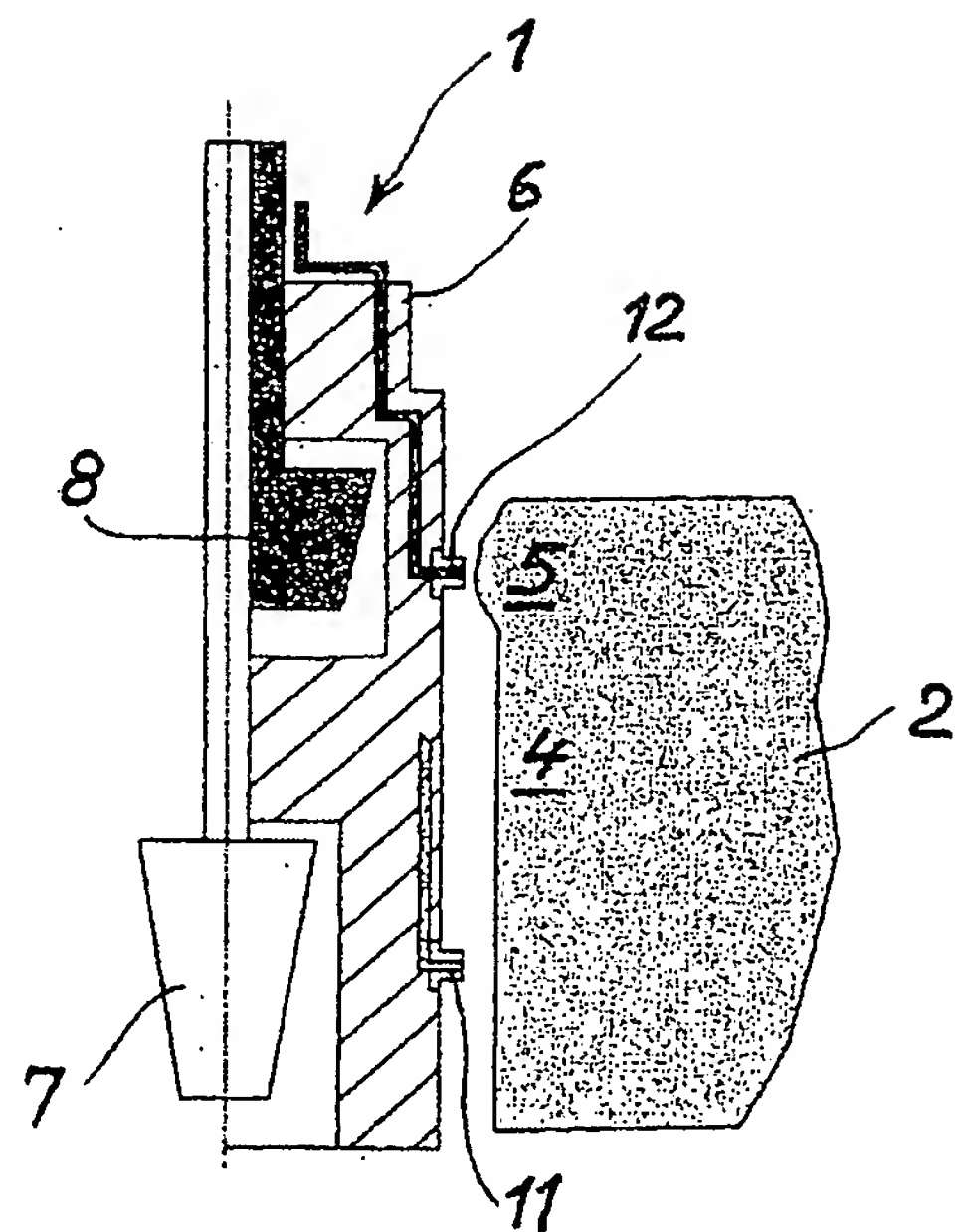


Fig. 2



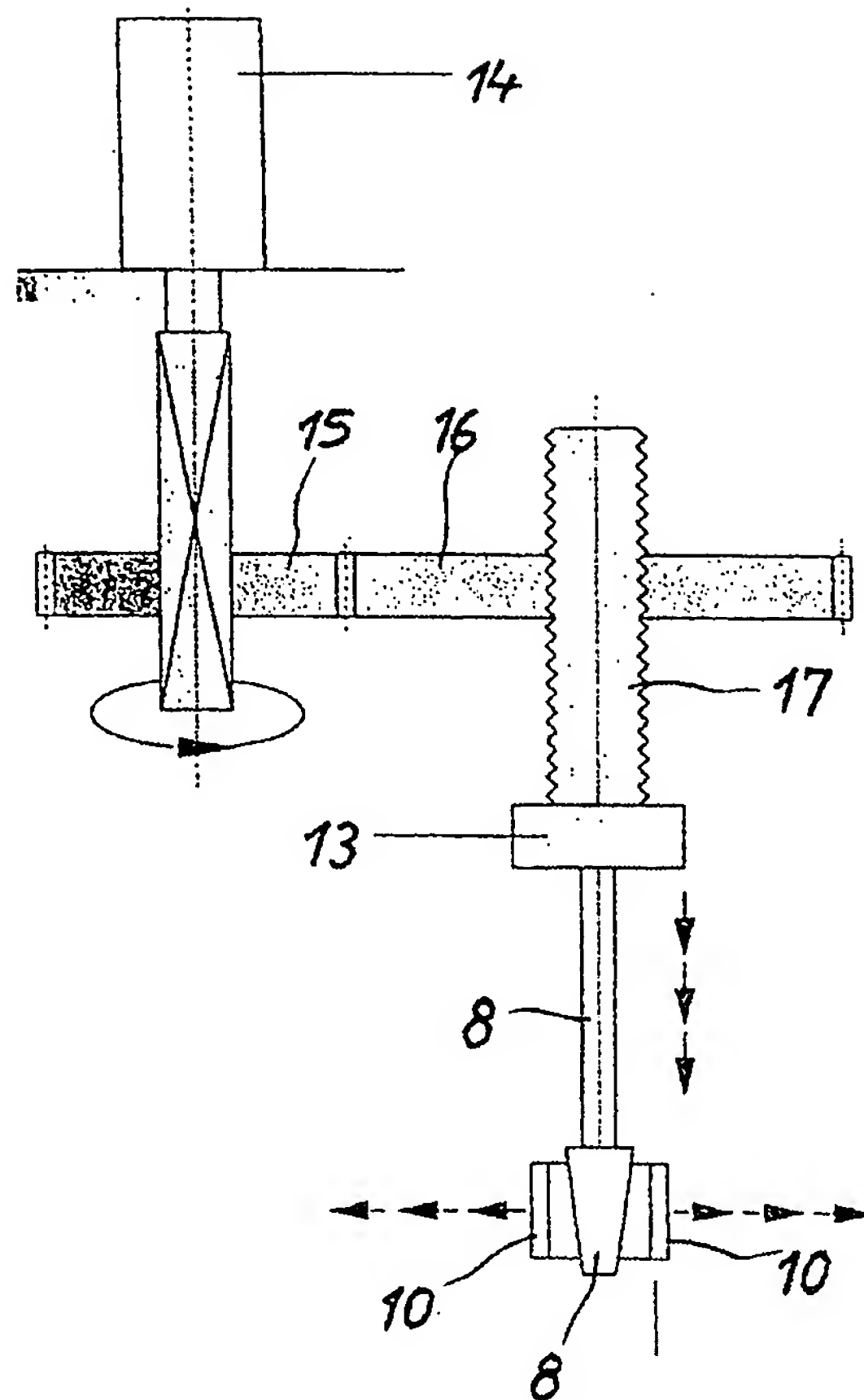


Fig. 3

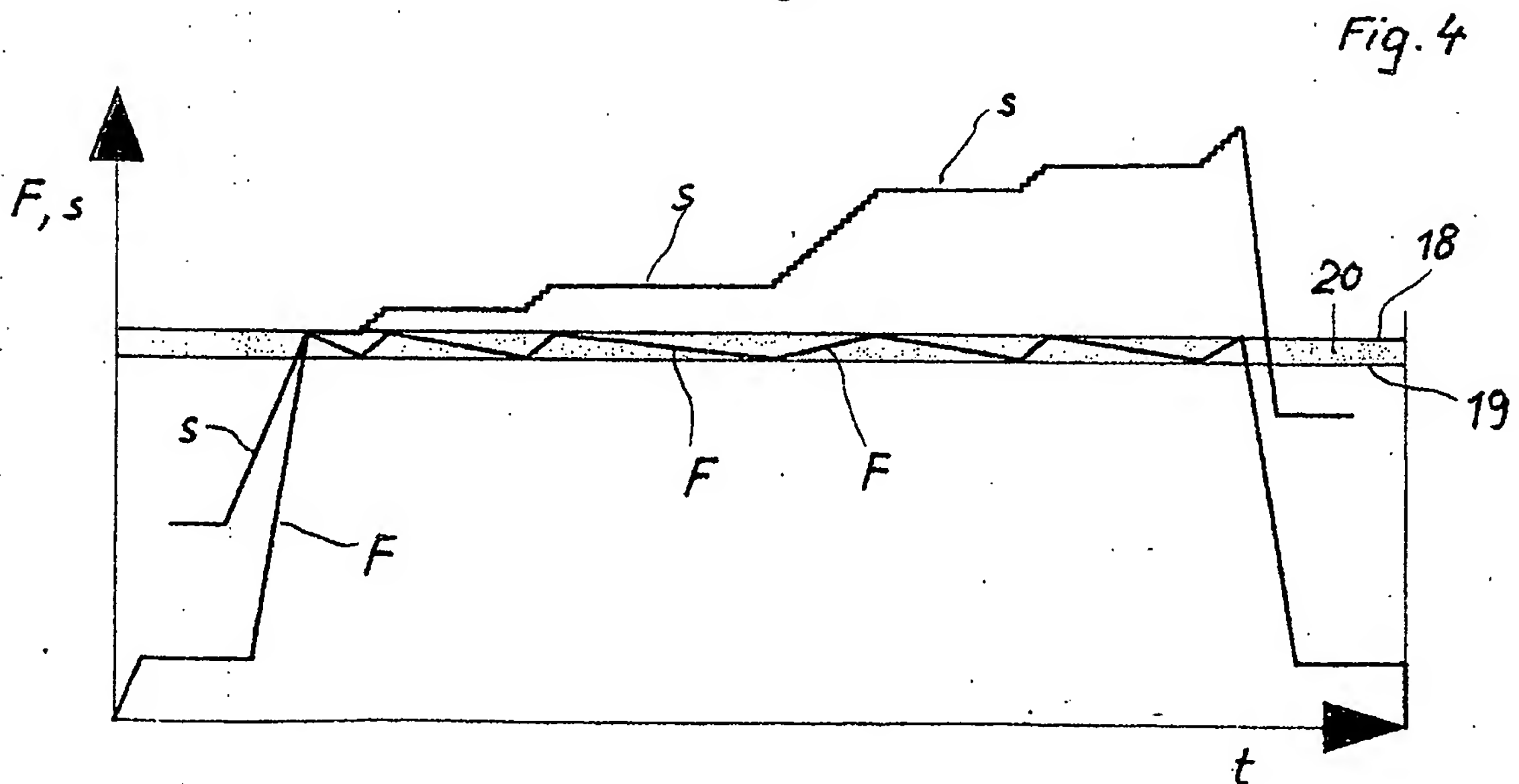


Fig. 4

3/4

A 42 387/keie

20

Fig. 5

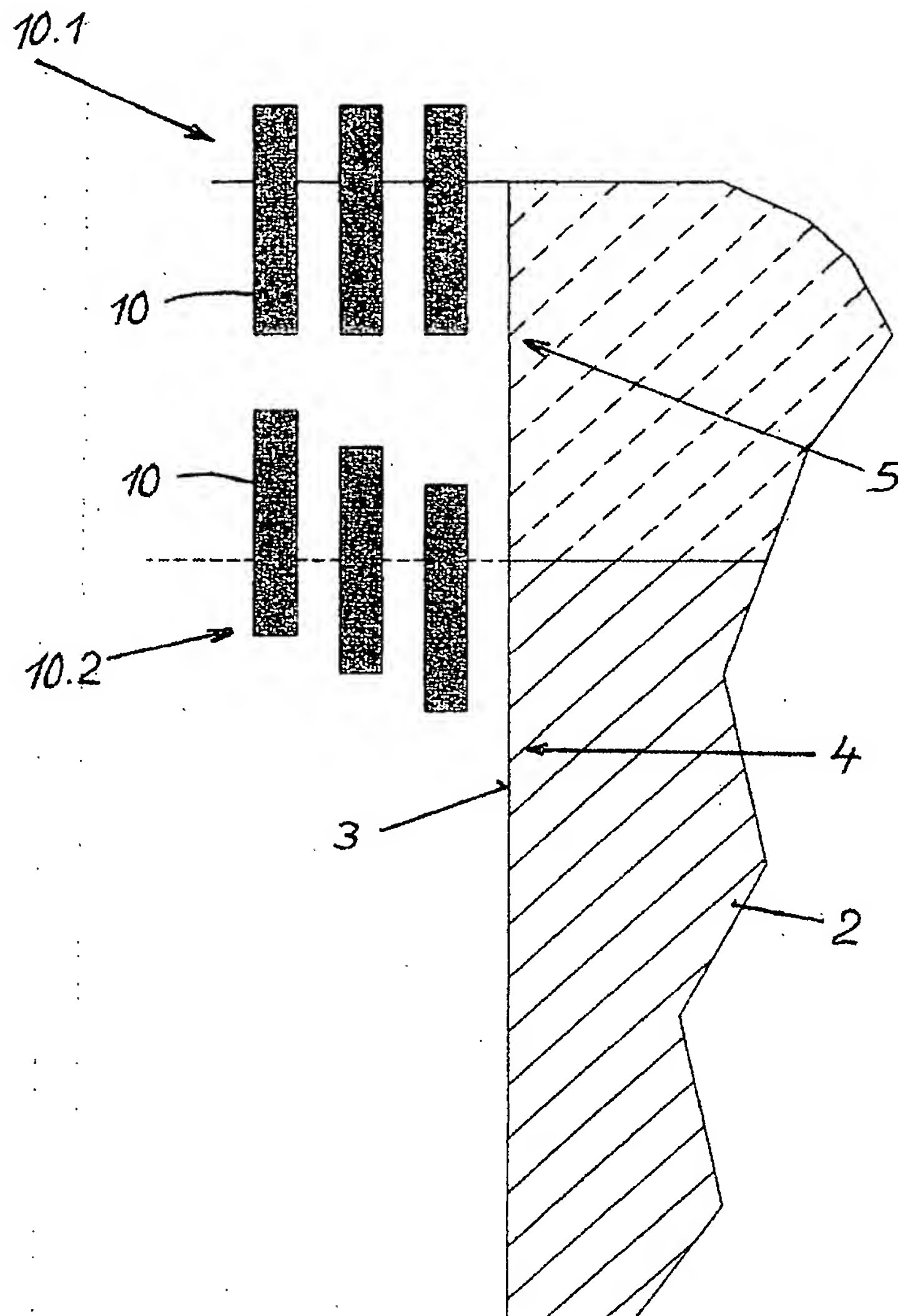


Fig. 6

